

Efecto de insecticidas sobre *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) y sus parasitoides en frijol, *Phaseolus vulgaris*

Effect of insecticides on *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids in bean, *Phaseolus vulgaris*

DORYS T. CHIRINOS¹, ROSSANA CASTRO² y ALBERTO GARCÉS³

Resumen: *Liriomyza sativae* una especie minadora de hojas notoriamente polífaga, constituye una de las principales causas de aplicaciones de insecticidas en frijol, *Phaseolus vulgaris* en Ecuador. No obstante, asociadas a este insecto existen varias especies de parasitoides las cuales generalmente regulan sus poblaciones cuando no existe interferencia debido a las aplicaciones de insecticidas. Para evaluar la magnitud del control biológico natural por estos parasitoides se realizaron dos estudios en el Centro Experimental “El Misionero” Guayas, Ecuador. En uno se observó la fluctuación poblacional de *L. sativae* y la incidencia de sus parasitoides en una parcela sin insecticidas. En el otro se evaluaron los mismos factores en un experimento comparando dos tratamientos: 1. sin aplicaciones de insecticidas y 2. con aplicaciones semanales de una formulación comercial de lambda cihalotrina + tiametoxam. En ambos casos se observó la diversidad de los parasitoides asociados con este minador. En el primer estudio se detectó baja infestación (1,8 minas. foliolo⁻¹) y alto porcentaje de parasitismo en minas (70,5 %). En el experimento los promedios generales de minas con larvas activas y porcentajes de parasitismo resultaron $11,8 \pm 2,9$ y $23,3 \pm 5,0$ % vs. $3,1 \pm 0,8$ y $61,8 \pm 7,7$ % para plantas tratadas con insecticidas y no tratadas, respectivamente. *Closterocerus* sp., *Chrysocharis* sp. y *Neochrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) fueron los parasitoides de larva encontrados, así como *Ganaspidium* sp. (Hymenoptera: Figitidae), un parasitoide de larva-pupario. Los resultados muestran la importancia de los parasitoides como reguladores de poblaciones de *L. sativae* y la interferencia de las aplicaciones indiscriminadas de insecticidas con el control biológico natural.

Palabras clave: Moscas minadoras. Desbalances. Avispas.

Abstract: *Liriomyza sativae* a notoriously polyphagous leafminer species, is one of the main causes of insecticide applications in the bean, *Phaseolus vulgaris* in Ecuador. However, there are several species of parasitoids associated with this insect which generally regulate its populations when there is no interference due to insecticide applications. Two studies in “El Misionero” Experimental Center, Guayas, Ecuador, were conducted in order to evaluate the importance of natural biological control by these parasitoids. In one of them, the population fluctuation of *L. sativae* and the incidence of its parasitoids were assessed on an insecticide free plot. In the other, the same factors were assessed in a field experiment comparing two treatments: 1. without insecticide applications and 2. with weekly applications of a commercial formulation of lambda cihalotrin + thiametoxam. Diversity of parasitoids associated with this leaf miner were observed in both cases. In the first study, low infestation (1.8 mines.leaflet⁻¹) and high percentage of parasitism in mines (70.5 %) were observed. In the experiment the general averages of active larvae and percentages of parasitism resulted 11.8 ± 2.9 and 23.3 ± 5.0 % vs. 3.1 ± 0.8 and 61.8 ± 7.7 % for treated and untreated plants respectively. Three species of larval parasitoids, *Closterocerus* sp., *Chrysocharis* sp. and *Neochrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) and the larva-puparium parasitoid *Ganaspidium* sp. (Hymenoptera: Figitidae) were detected. The results show the importance of parasitoids as regulators of *L. sativae* populations and the interference on natural biological controls by the indiscriminate applications of insecticides.

Key words: Leafminer. Unbalance. Wasps.

Introducción

El frijol, *Phaseolus vulgaris* L. es una leguminosa muy extendida y de importancia en el Ecuador, con unas 120.000 ha sembradas, de las cuales, entre seco y tierno, la Provincia de Guayas produce 1.164 ha (SINAGAP 2012). En este cultivo, el minador de la hoja, *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae), una especie polífaga, es considerado por los agricultores como uno de los principales problemas entomológicos, para cuyo control realizan al menos una aplicación semanal utilizando generalmente formulaciones comerciales de insecticidas a base de mezclas de piretroides y neonicotinoides (datos no mostrados). La hembra adulta perfora la epidermis de la hoja con su ovíscapo, generalmente por el haz, donde deposita sus huevos en forma individual. Al eclosionar el huevo endofítico, la larva se alimenta del mesó-

filo, dejando una mina o galería poco profunda en forma de serpentina, debajo de la epidermis, que se ensancha a medida que la larva crece, lo cual constituye el daño causado por este insecto. Completado su desarrollo, la larva rasga la epidermis sobre la galería, por donde emerge y se deja caer al suelo para pupar (Chirinos *et al.* 2014).

Los agricultores justifican las aplicaciones de insecticidas para controlar especies de *Liriomyza* en este y otros cultivos basados en lo perceptible del daño que se acumula en las hojas al inicio del ciclo del cultivo siguiendo la colonización de las plantas por el insecto, lo cual se hace más notorio por el lento desarrollo vegetativo de dichas plantas durante ese período (Geraud-Pouey *et al.* 1997; Chirinos y Geraud-Pouey 2011). Ante esta situación y por desconocimiento del funcionamiento de los factores bióticos de control natural en el agroecosistema, especialmente la acción de controladores

¹ Doctora en Ciencias en Entomología. Prometeo Senescyt Universidad Agraria del Ecuador (UAE), Ecuador, dchirinos@gmail.com, autor para correspondencia. ² Ingeniera Agrónoma. Maestría en Ciencias en Agricultura. Facultad de Ciencias Agrarias, UAE, Provincia de Guayas, Ecuador, rcastro@uagraría.edu.ec. ³ Ingeniero Agrónomo. Horticultura, UAE, Ecuador, agarces@uagraría.edu.ec.

biológicos, se realizan las primeras aplicaciones de insecticidas para “evitar el avance del daño”, lo que generalmente acarrea desequilibrios en el control biológico natural y resurgimiento de las infestaciones, conllevando con frecuencia a nuevas aplicaciones de insecticidas químicos, lo cual tiende a acentuar el desequilibrio (Chirinos y Geraud-Pouey 2011).

El efecto negativo que tienen las aplicaciones continuas de insecticidas para controlar especies del género *Liriomyza*, en sus enemigos naturales, especialmente parasitoides, ha sido ampliamente documentado (Oatman y Kennedy 1976; Wene 1995; Chirinos y Geraud-Pouey 1996; Chirinos *et al.* 2014; Araujo *et al.* 2015; Guantai *et al.* 2015). En contraste, cuando no se aplican insecticidas químicos se ha detectado la acción de varias especies de parasitoides, que juegan un papel importante en la regulación de poblaciones de estos insectos minadores en varias regiones del mundo (Gratton y Welter 2001; Hernández *et al.* 2011a; Chirinos *et al.* 2014). Se han señalado al menos 40 especies de Hymenoptera parasítica pertenecientes a cuatro familias, atacando especies de *Liriomyza* dentro de las cuales se encontraron unas 21 especies de estos parasitoides atacando *L. sativae* (Gratton y Welter 2001).

En este orden de ideas, para evaluar la importancia del control biológico natural ejercido por parasitoides y la interferencia de las aplicaciones continuas de insecticidas en frijol, se realizaron dos estudios. En el primero se evaluaron las poblaciones del fitófago y sus parasitoides en una parcela sin insecticidas y en el segundo se evaluó experimentalmente el efecto de continuas aplicaciones de estos agroquímicos sobre los mismos factores.

Materiales y métodos

Entre agosto 2015 y enero de 2016 se realizaron observaciones sobre la fluctuación poblacional de *L. sativae* e incidencia de sus parasitoides en frijol, así como, un experimento para determinar el efecto de las continuas aplicaciones de insecticidas químicos sobre el fitófago y sus parasitoides. Dichos estudios se realizaron en el Centro Experimental “El Misioñero”, Universidad Agraria del Ecuador, cantón El Milagro, Provincia de Guayas (coordenadas: -2,144807; 79,574168). Los estudios se hicieron en dos ciclos de cultivo, realizando observaciones durante diez semanas en cada uno.

Con excepción de las aplicaciones de insecticidas, en los dos estudios el cultivo recibió las labores culturales necesarias para su normal desarrollo, según las prácticas agronómicas de la zona. En ambos casos, se sembró directamente en el campo sobre camas o camellones de 0,7 m de ancho, separadas por surcos de 0,4 m de ancho, colocando las semillas alternadas en dos hileras, una a cada lado de la manguera de riego por goteo colocada a lo largo del centro la cama o camellón, con distancias de 0,4 m entre puntos de siembra (tresbolillo). La competencia por plantas arvenses, fue controlada mediante deshierbe manual y la fertilización se hizo a través del riego, dos veces por semana con 0,18 kg de nitrógeno, 0,52 de ácido fosfórico, 0,18 kg de potasio y 0,02 kg de sulfato de magnesio.

Fluctuación poblacional. El estudio de fluctuación poblacional y parasitismo se realizó en una parcela de aproximadamente 500 m² de terreno (25 m x 20 m; ancho x largo). Para ello, semanalmente se tomaron de manera aleatorizada 40 folíolos y se colocaron dentro de una bolsa plástica para

su traslado al laboratorio dentro de una hielera atemperada (aproximadamente 20 °C). En el laboratorio, con la ayuda de un estereoscopio (aumento 4 – 40X), a los folíolos muestreados, se les contó: a) el número de minas con larvas activas (color amarillo intenso y brillante, con movimiento del aparato cefalofaríngeo = “gancho bucal” y con actividad en el tracto digestivo), b) minas con parasitismo (con larvas muertas por parasitismo o con pupas de parasitoides) y c) minas emergidas (vacías con rasgaduras en la epidermis foliar por donde salió la larva para ir al suelo a pupar). Con esto se calculó el porcentaje de parasitismo en larvas (número de minas con parasitismo x 100/total de minas), el número total de minas “no parasitadas” (activas + emergidas) y el número total de minas en el folíolo (activas + emergidas + parasitadas).

Evaluación experimental sin y con insecticida. Para este experimento se sembró una parcela de aproximadamente 750 m² (25 m x 30 m, ancho x largo). Se evaluaron dos tratamientos: 1. Plantas no tratadas con insecticidas, es decir el testigo; 2. Plantas asperjadas semanalmente con una formulación comercial de insecticida (suspensión concentrada) a base de lambda cihalotrina (106 g i.a./l) + tiametoxam (141 g i.a./l) en dosis de 2 cc de producto comercial por litro de agua, aplicada con asperjadora de espalda manual. El insecticida seleccionado para el estudio fue el que resultó más utilizado en frijol por agricultores en algunas provincias del suroeste del Ecuador, cuya información fue obtenida a través de encuestas (datos no mostrados). La unidad experimental (tratamiento dentro de repetición) consistió de cinco hileras dobles de 30 m de longitud y se incluyeron tres repeticiones, en bloques aleatorizados.

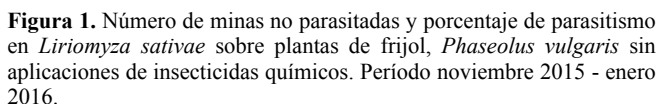
En cada unidad experimental, semanalmente se tomaron 20 folíolos al azar manejados tanto para el traslado al laboratorio como los posteriores conteos, de la misma manera que en los estudios de fluctuación poblacional. Se efectuaron tres conteos previos a la aplicación del insecticida, la cual se hizo en la tercera semana, después de hacer el muestro para el correspondiente conteo.

Diversidad de parasitoides e intensidad de parasitismo. Del estudio de fluctuación poblacional, así como de los testigos en la evaluación experimental, una vez realizado el conteo, parte de las hojas se colocaron en bandejas plásticas rectangulares con tapa (20 cm x 28 cm x 6 cm; ancho x largo x alto) que contenía papel absorbente humedecido con dos fines: 1. Extraer de las minas pupas esclerotizadas de parasitoides desarrolladas a partir de larvas de *L. sativae* parasitadas, con parasitoides todavía en fase de larva o en el inicio de la fase de pupa. Las pupas de parasitoide se colocaron individualmente en cápsulas de gelatina transparente para obtener los adultos. En algunos casos cuando se estaban contando las minas del insecto, si se encontraron pupas ya esclerotizadas, éstas se extrajeron para introducir las directamente en cápsulas de gelatina; 2. Obtener puparios del insecto fitófago para determinar el número de adultos del mismo o de especies parasitoides larva -pupario que de ellas emergieran, situación que se deduce por haber sido esos individuos de *L. sativae* colectados en estado larval. Una vez formados los puparios del minador dentro de la bandeja, éstos se trasladaron a cápsulas Petri de plástico (9 cm de diámetro) que contenían en su interior papel absorbente humedecido. Allí se esperaba la emergencia del adulto del fitófago o de algún parasitoide.

Análisis estadísticos. Para el ensayo de insecticidas, el diseño fue un factorial en bloques al azar con tres repeticiones, dos tratamientos, y 10 evaluaciones (una semanal). El análisis de variación fue hecho mediante un Modelo Lineal General (GLM, siglas en inglés) y las comparaciones de medias hechas a través de la prueba de los mínimos cuadrados ($P < 0.05$).

Resultados y discusión

Fluctuación poblacional. Las infestaciones por *L. sativae* se produjeron desde el inicio del ciclo del cultivo, donde la



La correlación inversa entre el número de minas no parasitadas de *L. sativae* y el porcentaje de parasitismo, que resultó altamente significativa (Fig. 2), muestra que cuando aumentó el porcentaje de parasitismo disminuyó el número de individuos no parasitados y viceversa, lo que sugiere al parasitismo como un factor importante en la regulación de las poblaciones del insecto fitófago en frijol. Lo observado durante este estudio coincide con lo detectado en otras investigaciones donde se encontró entre 65 y 75 % de parasitismo en ausencia de aplicaciones de insecticidas químicos (Schuster *et al.* 1991; Geraud-Pouey *et al.* 1997; Gratton y Welter 2001).

Evaluación experimental sin y con insecticidas. La figura 3 muestra que en las plantas de frijol tratadas con insecticidas, el número de minas.foliolo⁻¹ se fue incrementando con el tiempo y asociándose con la disminución en el porcentaje de parasitismo. Por otro lado, en plantas no tratadas, los niveles poblacionales resultaron inferiores comparados con aquellos desarrollados en las primeras. Es importante resaltar que en

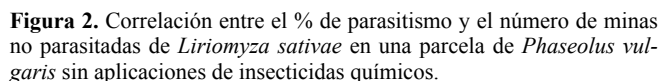


Tabla 1. Promedio general de minas con larvas de *Liriomyza sativae* no parasitadas, porcentaje (%) de parasitismo para los tratamientos evaluados. Medias $\pm$ desviación estándar. Comparaciones de medias hechas con la prueba de los mínimos cuadrados.

Tratamiento	Minas con individuos no parasitados	% parasitismo
Plantas asperjadas con lambdacialotrina + tiametoxam	11,8 $\pm$ 2,9 a	23,2 $\pm$ 5,0 b
Plantas no tratadas (testigo)	3,1 $\pm$ 0,8 b	61,8 $\pm$ 7,7 a

Media $\pm$ error estándar de la media. Medias con igual letra no difieren significativamente ($P < 0,05$).

plantas no tratadas, la densidad poblacional de *L. sativae* durante las primeras siete semanas de evaluación mantuvo niveles de una a tres minas.foliolo⁻¹ a la par que el parasitismo aumentó de 36 a 87 %, posterior a lo cual los niveles poblacionales aumentaron hasta alcanzar un máximo de 7 minas.foliolo⁻¹ (última semana), incremento que estuvo asociado con una disminución en el porcentaje de parasitismo (de 79 a 45 %) en los últimos tres conteos.

El aumento poblacional detectado en estas últimas plantas se atribuye al notable deterioro que presentaron las plantas tratadas debido al daño foliar propio de las altas poblaciones desarrolladas por *L. sativae* bajo ese tratamiento y al estar contiguos ambos tratamientos, se desplazaron hacia las plantas no tratadas (testigos) que se mantenían en mejor condición (Fig. 4). Al producirse de esta manera un repentino aumento de infestación en las parcelas no tratadas con insecticida, los parasitoides existentes suelen aumentar el número de ataques a insectos hospederos sin incremento inmediato su población (respuesta funcional), lo cual suele producirse a partir de la siguiente generación, lo que se traduce en una respuesta numérica. Esto tiende a regular la población del hospedero. De hecho, a pesar de este ligero incremento poblacional al final del ensayo, las poblaciones sobre plantas no tratadas resultaron significativamente inferiores comparado con las observadas en aquellas tratadas con insecticidas, lo cual estuvo asociado con superiores niveles de parasitismo en esas plantas testigo (Tabla 1, $P < 0,05$).

Estos resultados muestran que las aplicaciones semanales con la formulación comercial de la mezcla de lambda cihalotrina + tiametoxam interfirieron negativamente con la acción del control biológico natural ejercido por parasitoides, por ende, hubo mayores niveles poblacionales de *L. sativae* y consecuente daño foliar a la planta. La interferencia de aplicaciones de insecticidas sobre la acción de parasitoides ha sido señalada para varias especies de *Liriomyza* (Otmán y Kennedy 1976; Chirinos y Geraud-Pouey 1996; Djoko *et al.* 2004; Hidrayani *et al.* 2005). En un ensayo de laboratorio, Guantai *et al.* (2015) encontraron que el uso de insecticidas tuvo mayores efectos adversos sobre los parasitoides de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) que sobre el propio insecto hospedero. Murphy y La Salle (1999) refirieron que la principal causa de altas infestaciones causadas por mina-

dores del género *Liriomyza* en Estados Unidos se debe al uso indiscriminado de plaguicidas y sus efectos negativos sobre los enemigos naturales. Hernández *et al.* (2011a) demostraron que campos de pimiento tratados con novaluron, abamectin, spinetoram y lambda cihalotrina para el control de minadores del género *Liriomyza*, aumentaron las densidades poblacionales de estos fitófagos asociado con reducción de la abundancia y diversidad de los parasitoides. Un experimento de campo realizado en cebollín, *Allium fistulosum* L. mostró que al aplicar semanalmente insecticidas se incrementaron las infestaciones de *L. trifolii* (Burgess, 1880) asociado con disminución en los niveles de parasitismo.

Diversidad de parasitoides e intensidad de parasitismo.

Se detectaron cuatro especies de parasitoides de larva asociadas con *L. sativae* en frijol, entre los cuales resultó más abundante *Closterocerus* sp., seguido de *Chrysocharis* sp. y

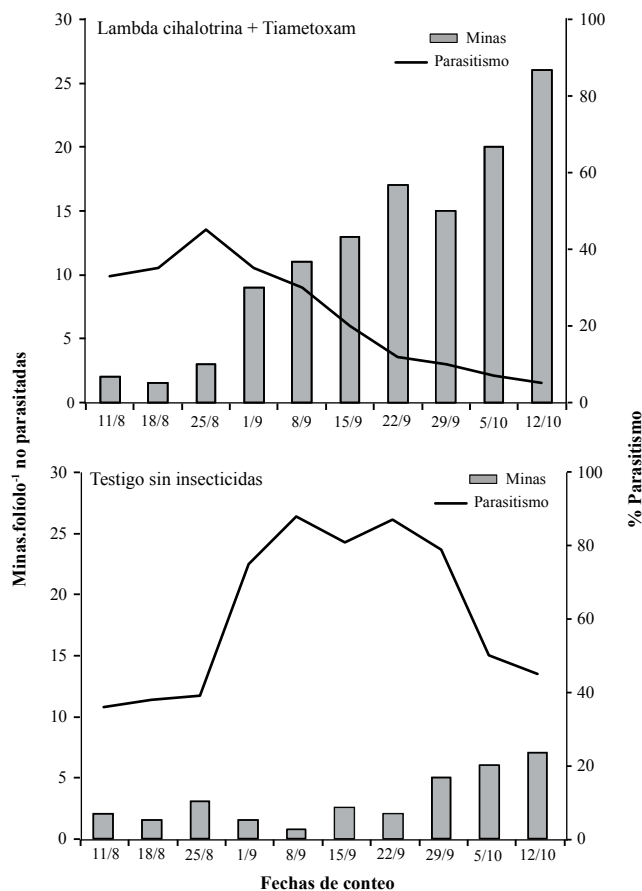


Figura 3. Número de minas no parasitadas y porcentaje de parasitismo en *Liriomyza sativae* sobre plantas de frijol, *Phaseolus vulgaris* en los tratamientos evaluados. Periodo agosto – octubre 2015.

Tabla 2. Especies de parasitoides de larva de *Liriomyza sativae* y sus porcentajes (%) de abundancia con respecto al total de parasitoides de larvas, en plantas no tratadas con insecticidas.

Familia	Especie	% abundancia	N
Eulophidae	<i>Closterocerus</i> sp.	67,3	105
Eulophidae	<i>Chrysocharis</i> sp.	21,8	34
Eulophidae	<i>Neochrysocharis</i> sp.	10,9	17



Figura 4. Daños foliares por *Liriomyza sativae* en frijol, *Phaseolus vulgaris*. **A.** Plantas no tratadas (testigo). **B.** Plantas tratadas semanalmente con lambda cihalotrina + tiametoxam. **C.** Detalle de hojas de plantas tratadas con insecticida.

Neochrysocharis sp. (Hymenoptera: Eulophidae (Tabla 1). Especies de *Closterocerus* han sido encontradas como parasitoides del género *Liriomyza* pero en menor abundancia que la detectada durante este estudio (Nagalingam *et al.* 2007; Hernández *et al.* 2011b; Chirinos *et al.* 2014). Igualmente se han observado especies de *Chrysocharis* como importantes parasitoides en agromicidos minadores (Çikman *et al.* 2006; Tran 2009).

Neochrysocharis sp. resultó el parasitoide de larva menos abundante en este estudio lo que contrasta con lo encontrado en otras investigaciones, donde dentro de mayores niveles de diversidad de especies es considerado como uno de los factores de control biológico más importantes de varias especies del género *Liriomyza* (Tran *et al.* 2006; Tran 2009; Osmankhil *et al.* 2010; Chirinos *et al.* 2014).

Ganaspidium sp. fue el único parasitoide larva - pupario encontrado. De los 115 puparios provenientes de larvas de *L. sativae* colectadas en campo, obtenidos de los folíolos puestos en cría en el laboratorio para obtener adultos, emergieron 46 adultos de ese parasitoide, lo cual significa que 40 % de las larvas emergidas de las minas, no completaron su ciclo debido al parasitismo, corroborando a su vez ese tipo de relación parasítica larva-pupario. Por el contrario, en otras investigaciones ha sido detectada como una especie menos frecuente dentro de este tipo de parasitoides (Kaffe *et al.* 2005; Chirinos *et al.* 2014). Esto aunado al parasitismo en larva, demuestra el efecto regulador de los parasitoides sobre esta especie de minador en frijol.

Conclusiones

Las bajas infestaciones por *L. sativae* y alto parasitismo detectados durante este estudio, en las plantas de frijol sin insecticidas, en contraste con aquellas donde se aplicó uno de estos agroquímicos, demuestra la importancia de los parasitoides como factor de control biológico natural, así como la interferencia que le puede ocasionar la aplicación continua de plaguicidas químicos. *Closterocerus* sp. resultó la especie de parasitoide de larva más abundante observada durante este estudio, siendo *Ganaspidium* sp. la única encontrada como parasitoide larva - pupario. Por tanto, las frecuentes aplicaciones realizadas por algunos agricultores de frijol con la intención de controlar este fitófago son innecesarias y nocivas.

Agradecimientos

Al Senescyt por financiar la presente investigación a través del Proyecto Prometeo.

Literatura citada

- ARAUJO, E. L.; NOGUEIRA, C. H. F.; BEZERRA, C. E. S.; COSTA, E. M. 2015. Toxicity of insecticides used in melon crops to *Opius scabriventris* (Hymenoptera: Braconidae). *Bioscience Journal* 31: 1370-1377.
- CHIRINOS, D. T.; DÍAZ, A.; GERAUD-POUEY, F. 2014. El control biológico ejercido por parasitoides sobre el minador de la hoja del cebollín, *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Entomotropica* 29: 129-138.
- CHIRINOS, D. T.; GERAUD-POUEY, F. 1996. Efectos de algunos insecticidas sobre la entomofauna del cultivo del tomate en el noroeste del estado Zulia, Venezuela. *Interciencia* 21: 31-36.
- CHIRINOS, D. T.; GERAUD-POUEY, F. 2011. El manejo de plagas agrícolas en Venezuela. *Reflexiones y análisis sobre algunos casos*. *Interciencia* 36: 192-199.
- ÇIKMAN, E.; BEYARSLAN, A.; CÜVELEK, H. S. 2006. Parasitoids of leafminers (Diptera: Agromyzidae) from Southeast Turkey with 3 new records. *Turkish Journal of Zoology* 30: 167-173.
- DJOKO, P.; ROBINSON, M.; RAUF, A.; BJORKSTEN, T.; HOFFMAN, A. A. 2004. Toxicity of chemicals commonly used in Indonesian vegetable crops to *Liriomyza huidobrensis* populations and the Indonesian parasitoids. *Journal of Economic Entomology* 94: 1191-1197.
- FOBA, C. N.; SALIFU, D.; LAGAT, Z. O.; GITONGA, L. M.; AKUTSE, K. S.; FIABOE, K. K. M. 2015. Species composition, distribution, and seasonal abundance of *Liriomyza* leafminers (Diptera: Agromyzidae) under different vegetable production systems and agroecological zones in Kenya. *Environmental Entomology* 1-10. DOI: 10.1093/ee/nvu065.
- GERAUD-POUEY, F.; CHIRINOS, D. T.; RIVERO, G. 1997. Dinámica poblacional de pasadores de hoja, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) en tomate en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 14: 475-485.
- GUANTAI, M. M.; OGOL, C. P. K. O.; SALIFU, D.; KASINA, V.; AKUTSE, K. S.; FIABOE, K. K. M. 2015. Differential effects of pesticide applications on *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on pea in Central Kenya. *Journal of Economic Entomology* 1-10. DOI: 10.1093/jeet/000.
- GRATTON, C.; WELTER, S. 2001. Parasitism of natural populations *Liriomyza helianthi* Spencer and *Calycomiza platyptera* (Thomson) (Diptera: Agromyzidae). *Biological Control* 22: 81-97.
- HERNÁNDEZ, R.; HARRIS, M.; LIU, T. X. 2011a. Impact of insecticides on parasitoids of the leafminer, *Liriomyza trifolii*, in pepper in south Texas. *Journal of Insect Science*. 11: 61.

- HERNÁNDEZ, R.; GUO, K.; HARRIS, M.; LIU T. X. 2011b. Effects of selected insecticides on adults of two parasitoid species of *Liriomyza trifolii*: *Ganaspidium nigrimanus* (Figitidae) and *Neochrysocharis formosa* (Eulophidae). *Journal of Insect Science* 18: 512-520.
- HIDRAYANI, P.; RAUF, A.; PETER, M. R.; HOFFMAN, A. A. 2005. Pesticide applications on Java potato fields are ineffective in controlling leafminers, and have antagonistic effects on natural enemies of leafminers. *International Journal of Pest Management* 51: 181-187.
- KAFLE, L., K.; LAI, P. Y.; CHANG Y. F. 2005. Life history of *Ganaspidium utilis* (Beardsley) (Hymenoptera: Eucilidae) in Taiwan. *Formosan Entomology* 25: 87-94.
- MURPHY, S. T.; LASALLE, J. 1999. Balancing biological control strategies in the IPM of New World invasive *Liriomyza* leafminers in the field vegetable crops. *Biocontrol News Inf* 20: 91-104.
- NAGALINGAM, T.; WIJAYAGUNASEKARA, H. N. P.; HEMACHANDRA, K. S.; NUGALIYADDE, L. 2007. Parasitoids of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in the mid country of Sri Lanka. *Tropical Agriculture Research* 19: 59-68.
- OATMAN, E. R.; KENNEDY, G. G. 1976. Methomyl induced outbreak of *Liriomyza sativae* on tomato. *Journal of Economic Entomology* 69: 667-668.
- OSMANKHIL, M. H.; MOCHIZUKI, A.; HAMASAKI, K.; IWA-
BUCHI, K. 2010. Oviposition and larval development of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae) inside the host larvae, *Liriomyza trifolii*. *Jarq* 44: 33-36.
- SAS Institute Inc. 2009. Programa estadístico SAS para microcomputadoras. Versión 6.12, EEUU.
- SCHUSTER, D. J.; GILREATH, J. P.; WHARTON, R. A.; SEYMOUR, P. R. 1991. Agromyzidae (Diptera) leafminers and their parasitoids within weeds associated tomato in Florida. *Environmental Entomology* 20: 720-723.
- SINAGAP. 2012. III Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuaria> [Fecha revisión: 3 de septiembre 2015].
- TRAN, D. H.; TRAN, T. T.; KONISHI, K.; TAKAGI, M. 2006. Abundance of the parasitoid complex associated with *Liriomyza* spp (Diptera: Agromyzidae) on vegetable crops in Central and Southern Vietnam. *Journal of Faculty of Agriculture Kyushu University* 51: 115-120.
- TRAN, D. H. 2009. Agromyzid leafminers and their parasitoids on vegetables in central Vietnam. *Journal of ISSAAS* 15: 21-33.
- WENE, G. P. 1995. Effect of some organic insecticides on the population levels of serpentine leafminer and its parasites. *Journal of Economic Entomology* 48: 596-597.

Recibido: 02-abr-2016 • Aceptado: 04-abr-2017

Citación sugerida:

CHIRINOS, D. T.; CASTRO, R.; GARCÉS, A. 2017. Efecto de insecticidas sobre *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) y sus parasitoides en frijol, *Phaseolus vulgaris*. *Revista Colombiana de Entomología* 43 (1): 21-26. Enero-Junio 2017. ISSN 0120-0488.